

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS CACTACEAS MEXICANAS AMENAZADAS

HECTOR M. HERNANDEZ Y HECTOR GODINEZ A.

Herbario Nacional
Instituto de Biología, UNAM
Apartado Postal 70-367
04510 México, D. F.

RESUMEN

México es el más importante centro de concentración de cactáceas, con un alto índice de endemismo a nivel genérico (73 %) y específico (78 %). La mayor parte de las especies habitan en las regiones áridas y semi-áridas del país, particularmente en la porción sureste del Desierto Chihuahuense, incluyendo la Zona Arida Queretano-Hidalguense. Muchas de ellas están sujetas a presiones de colecta y a la destrucción de su hábitat, además, por lo general tienen una habilidad limitada para restablecerse demográficamente después de un evento de perturbación. En consecuencia, un número significativo de cactáceas mexicanas se ha incluido en listados de plantas amenazadas.

Con base en listados publicados recientemente y utilizando un concepto de especie amenazada más bien general, se presenta una relación actualizada de cactáceas mexicanas que ameritan ubicarse en tal categoría. La enumeración incluye 197 especies, más categorías infraespecíficas, las cuales representan 35 % de las conocidas de este país. Se proporciona información acerca de su distribución, así como del número de poblaciones conocidas y documentadas de cada una de ellas. La mayor parte de los taxa incluidos en la lista resultaron ser endémicos restringidos con un área geográfica limitada.

Tomando como principio la premisa de que las plantas con distribución reducida están potencial o realmente más expuestas a la extinción que las que tienen repartición amplia, se concluye que las especies de cactáceas amenazadas son un grupo cuya conservación requiere de atención inmediata y de esfuerzos especiales.

ABSTRACT

Mexico is the most important center of concentration of genera and species of cacti, most of which are endemic (73 and 78% respectively). Most of the species occur in the arid or semiarid regions of the country, especially in the southeastern portion of the Chihuahuan Desert, including the Queretaro-Hidalgo Arid Zone. Many of the species are under collecting pressures and their habitats are being destroyed. In addition, these have a limited ability to reestablish demographically after a disturbance event. Consequently, a significant number of mexican cacti are listed as endangered.

Based on recently published listings, and utilizing a rather lax concept to define a species as endangered, an updated list of endangered species from Mexico is presented here. The list includes 197 species, plus infraspecific categories, which represent 35 % of the species in the country. General information about their geographical distribution, as well as data on the number of known, yet documented, localities is provided for each one of them. Most taxa in the list came out to be restricted endemics, with limited distributions.

Departing from the postulate that geographically restricted species are potentially or actually more endangered than widespread ones, it is concluded that the endangered species of cacti constitute a plant group in need of urgent conservation actions.

Se ha afirmado que el éxito en la conservación de la biodiversidad depende en gran medida del conocimiento de las especies o sistemas que se requieren conservar (Morse y Henifin, 1981; Soulé, 1986; Falk y Holsinger, 1991). En este sentido, uno de los grandes desafíos que enfrentan los investigadores dedicados al estudio de la biodiversidad, es el de generar y organizar un acervo de información básica indispensable, incluyendo aspectos genéticos, ecológicos, reproductivos y fitogeográficos de las especies.

Las cactáceas son uno de los grupos más amenazados del reino vegetal. Las poblaciones naturales de muchas de las especies han sido afectadas por las presiones del desarrollo humano, principalmente debido a la conversión de terreno para usos agrícolas y/o pecuarios y a las actividades de extracción de las plantas de su hábitat, para su venta como plantas de ornato en mercados nacionales e internacionales (Jarvis, 1979; Sánchez-Mejorada, 1982; Fuller y Fitzgerald, 1987). En consecuencia, la familia completa está incluida en el Apéndice II de la Convención sobre el Tráfico Internacional de Especies Silvestres de Flora y Fauna Amenazadas (CITES) y muchos de sus representantes están comprendidos en el Apéndice I (Anónimo, 1990), y en el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales.

En este artículo se discuten varios aspectos sobre la naturaleza de las cactáceas mexicanas raras o amenazadas, y se presenta un análisis general de sus patrones de distribución. En contribuciones subsecuentes presentaremos resultados detallados sobre las áreas de estas especies a nivel regional. Es de esperarse que el conocimiento biogeográfico de las cactáceas será de gran importancia para el diseño e implementación de medidas para su conservación.

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMO DE LAS CACTACEAS

Antes de adentrarnos en la problemática de las especies amenazadas, es preciso analizar los patrones generales de distribución de la familia. Uno de los grandes obstáculos para evaluar la repartición geográfica de las cactáceas es la carencia de información inventarial en varios países, así como la gran inestabilidad taxonómica del grupo, especialmente en lo que se refiere a los límites genéricos y específicos. Afortunadamente, sin embargo, muy recientemente han sido publicados listados de géneros y especies (Hunt, 1992), cuyos conceptos taxonómicos reflejan los puntos de vista de la Organización Internacional para el Estudio de las Plantas Suculentas (Hunt y Taylor, 1986, 1990). Estos listados representan una excelente base para conocer la distribución espacial de las cactáceas. En el caso de México, por otra parte, la obra monumental "Las cactáceas de México" (Bravo, 1978; Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991a, 1991b) representa el mejor y más completo tratado sobre la familia, aunque la sistemática de esta obra difiere de los conceptos taxonómicos más modernos (Hunt y Taylor, 1986, 1990), particularmente en lo que se refiere a delimitación genérica.

Tomando como base los datos proporcionados por Hunt (1992), México es sin duda el más importante centro de concentración de cactáceas, con un total de 48 géneros y 563 especies reconocidas. Del total de los géneros que existen en este país, 15 (31.3 %) están estrictamente restringidos a sus límites territoriales, y 20 más son casi endémicos (Cuadro 1). En este último caso, una o varias de las especies de un género determinado extienden su distribución a áreas adyacentes al territorio mexicano, especialmente en el suroeste de los Estados Unidos (por ej., *Ariocarpus*, *Astrophytum*, *Bergerocactus*, *Carnegiea*, *Echinocactus*, etc.).

Cuadro 1. Los géneros de cactáceas en México (datos tomados de Hunt, 1992, con modificaciones).

Género	Endémico	Casi endémico	No. total de spp.	No. spp. en México	No. spp. endémicas
<i>Acanthocereus</i>			4	1	0
<i>Aporocactus</i>	x		2	2	2
<i>Ariocarpus</i>		x	7	7	6
<i>Astrophytum</i>		x	4	4	3
<i>Aztekium</i>	x		2	2	2
<i>Bergerocactus</i>		x	1	1	0
<i>Carnegiea</i>		x	1	1	0
<i>Cephalocereus</i>	x		3	3	3
<i>Coryphantha</i>		x	41	39	34
<i>Disocactus</i>			10	5	4
<i>Echinocactus</i>		x	6	6	4
<i>Echinocereus</i>		x	49	48	29
<i>Epiphyllum</i>			9	5	2
<i>Epithelantha</i>		x	1	1	0
<i>Escobaria</i>		x	18	11	7
<i>Escontria</i>	x		1	1	1
<i>Ferocactus</i>		x	24	24	19
<i>Geohintonia</i>	x		1	1	1
<i>Heliocereus</i>		x	4	4	1
<i>Hylocereus</i>			12	2	1
<i>Leuchtenbergia</i>	x		1	1	1
<i>Lophophora</i>		x	2	2	1
<i>Mammillaria</i>		x	166	160	150
<i>Melocactus</i>			31	1	0
<i>Myrtillocactus</i>		x	4	3	3
<i>Neobuxbaumia</i>	x		8	8	8
<i>Neolloydia</i>		x	2	2	1
<i>Obregonia</i>	x		1	1	1
<i>Opuntia</i>			164	97	61
<i>Ortegocactus</i>	x		1	1	1
<i>Pachycereus</i>		x	12	11	10
<i>Pelecyphora</i>	x		2	2	2
<i>Peniocereus</i>		x	15	14	12
<i>Pereskia</i>			16	2	0
<i>Pereskiaopsis</i>		x	8	8	7
<i>Pilosocereus</i>			35	5	4

Cuadro 2. Continuación

Género	Endémico	Casi endémico	No. total de spp.	No. spp. en México	No. spp. endémicas
<i>Polaskia</i>	x		2	2	2
<i>Pseudorhipsalis</i>			4	1	0
<i>Rathbunia</i>	x		1	1	1
<i>Rhipsalis</i>			25	1	0
<i>Sclerocactus</i>			15	7	1
<i>Selenicereus</i>			20	14	9
<i>Stenocactus</i>	x		8	8	8
<i>Stenocereus</i>		x	18	16	13
<i>Strombocactus</i>	x		1	1	1
<i>Thelocactus</i>		x	11	11	9
<i>Turbiniarpus</i>	x		14	14	14
<i>Weberocereus</i>			9	1	0
	15	20	796	563	439

Existen además otros como *Mammillaria* y *Coryphantha*, en los que la mayor parte de sus especies son estrictamente endémicas para México, y solo unas cuantas se encuentran fuera de sus límites territoriales. En consecuencia, si calculamos la tasa de endemismo de géneros de cactáceas tomando como marco de referencia el territorio mexicano, más el área correspondiente a las zonas áridas de México en los Estados Unidos (Megaméxico 1 *sensu* Rzedowski, 1991a), y si consideramos a los que se han diversificado básicamente en México (por ej., *Heliocereus*, *Myrtillocactus*, *Peniocereus*, *Pereskiaopsis* y *Stenocereus*), el resultado es que 72.9 % de los géneros de cactáceas que se distribuyen en este país son esencialmente endémicos (Cuadro 1).

En lo que respecta a la abundancia de especies, Hunt (1992) reconoce 559 para México, mientras que Bravo (1978) y Bravo y Sánchez-Mejorada (1991a, 1991b), con un concepto de especie algo más estrecho, consideran 744. Sin embargo, el porcentaje de endemismo calculado aquí para cada una de estas estimaciones es notablemente similar: 77.9 % y 78.9 % respectivamente.

Rzedowski (1991b) calcula que de las aproximadamente 22,000 especies de fanerógamas que existen en México, 13 % de los géneros y 59 % de las especies son endémicos para Megaméxico 1. En este sentido, resulta interesante que los porcentajes de géneros y especies de cactáceas endémicas a México citados aquí (72.9 % y 77.9 % respectivamente) son sensiblemente mayores a los estimados por este autor para la flora del país. Evidentemente, esto es un reflejo del carácter autóctono y único de las cactáceas mexicanas.

Fuera de las regiones áridas y semi-áridas de México, en donde se concentran la mayor parte de los representantes de esta familia, su diversidad disminuye drásticamente (Fig. 1 y Cuadro 2). Sin embargo, existen en América algunas otras regiones relativamente ricas en especies de cactáceas, como por ejemplo el suroeste de los Estados Unidos de América, el noreste de Brasil (Andrade-Lima, 1981), y la porción norte de Argentina junto con algunas regiones de Bolivia y Perú.

El endemismo en la familia a nivel de especie parece ser un fenómeno bastante generalizado, principalmente en los países de América en donde se presentan climas áridos, semiáridos o con precipitación altamente estacional (Fig. 1). En este sentido, además de México existen varios países con altas proporciones de cactáceas endémicas, entre los que destacan Chile (74.5 % de especies endémicas), Brasil (73.2 %), Perú (54.8 %), Argentina (53.4 %), Bolivia (50.8 %) y Estados Unidos de América (28 %). Sin embargo, en algunos países en donde predominan climas más húmedos, como Costa Rica (37.5 %) y Ecuador (35.4 %), los porcentajes de especies endémicas son también relativamente altos (Fig. 1 y Cuadro 2).

LAS ESPECIES RARAS O AMENAZADAS

En el caso de las cactáceas, existe gran dificultad para asignar una de las varias categorías que se han utilizado para definir el estado de conservación de una especie, subespecie o variedad determinada (por ej., rara, vulnerable, amenazada, extinta, etc.). Lo anterior se debe fundamentalmente a nuestra ignorancia sobre la demografía, la genética y el comportamiento reproductivo de las poblaciones en su estado natural. Por tal motivo, en este artículo adoptaremos un concepto amplio para incluir bajo el término de amenazada a cualquier especie o entidad infraespecífica cuya sobrevivencia esté real o potencialmente en peligro, debido a que, por factores naturales o antropogénicos, su área de distribución sea muy restringida, o bien porque, independientemente de la extensión de su distribución, los individuos se presenten en densidades relativamente bajas en la mayoría de las poblaciones.

En términos absolutos, México es el país con más especies amenazadas (197 especies) las cuales representan 35 % del total de las especies mexicanas (Fig. 1 y Cuadro 2). Existen, sin embargo, varios otros países que, si bien tienen abundancias específicas significativamente inferiores a las de México, la proporción de especies amenazadas en relación con el número total es muy alta (Fig. 1). Así, además de México, Chile (67.3 %), Ecuador (29 %), Cuba (24 %) y Brasil (20.2 %) presentan porcentajes altos o relativamente altos de especies amenazadas. Resulta interesante que los países con un alto porcentaje de cactáceas endémicas (Fig. 1) corresponden sólo parcialmente con los que contienen un número significativo de especies amenazadas. Es de esperarse, sin embargo, que las cifras proporcionadas aquí (Fig. 1 y Cuadro 2) se irán modificando en el futuro, en la medida en que adquiramos más información sobre la biología y la distribución geográfica de estas plantas.

Cactáceas mexicanas amenazadas

Como se mencionó anteriormente, un número variable de especies de cactáceas mexicanas han sido citadas como raras, vulnerables, amenazadas o extintas (Anónimo, 1990; SEDUE, 1991). Más recientemente, Hunt (1992) compiló una lista depurada desde el punto de vista nomenclatural, con información sobre el estado de conservación de las especies según los listados de la CITES y la IUCN.

El Cuadro 3 es una versión modificada de la lista original de Hunt (1992), a la cual se le agregaron algunos taxa que a juicio de los autores ameritan estar incluidos. También

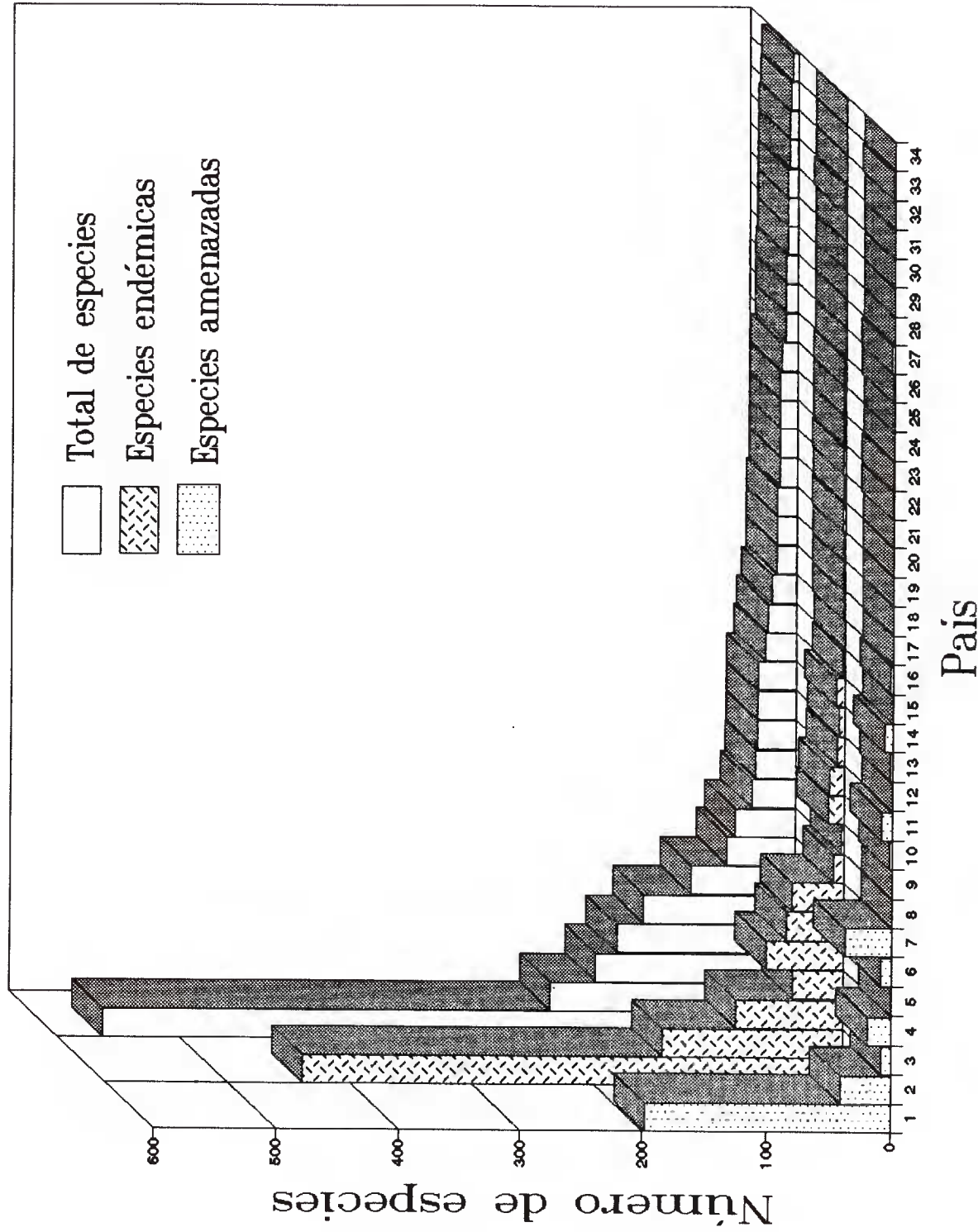


Fig. 1. Abundancia de especies de cactáceas, número de especies endémicas y número de especies amenazadas en el Continente Americano (datos tomados de Hunt, 1992, con modificaciones). Unidad geográfica: 1 = México, 2 = Brasil, 3 = Argentina, 4 = Estados Unidos de América, 5 = Bolivia, 6 = Perú, 7 = Chile, 8 = Paraguay, 9 = Uruguay, 10 = Costa Rica, 11 = Ecuador, 12 = Venezuela, 13 = Guatemala, 14 = Cuba, 15 = Colombia, 16 = Honduras, 17 = Nicaragua, 18 = Antillas Menores (excluyendo Antillas Holandesas, Islas Vírgenes y Trinidad y Tobago), 19 = Santo Domingo, 20 = Jamaica, 21 = Panamá, 22 = Haití, 23 = Puerto Rico, 24 = Antillas Holandesas, 25 = Trinidad y Tobago, 26 = Islas Vírgenes, 27 = Surinám, 28 = Belice, 29 = El Salvador, 30 = Guayana, 31 = Bahamas, 32 = Islas Caimán, 33 = Guayana Francesa, 34 = Canadá.

Cuadro 2. Distribución del número total de especies, especies endémicas y amenazadas en el Continente Americano (datos tomados de Hunt, 1992, con modificaciones).

País	No. spp. %	endémicas	% amenazadas
Canadá	4	0	0
E.U.A.	143	28.0	13.3
México	563	77.9	35
Guatemala	30	13.3	6.7
Belice	8	0	0
Honduras	19	0	10.5
Nicaragua	16	6.3	0
El Salvador	7	0	0
Costa Rica	32	37.5	6.3
Panamá	13	7.7	0
Bahamas	6	16.7	0
Cuba	25	24.0	24.0
Islas Caimán	6	0	0
Jamaica	13	15.4	0
Haití	13	15.4	7.7
Santo Domingo	15	6.7	0
Puerto Rico	13	7.7	7.7
Islas Vírgenes	9	0	11.1
Antillas Menores	15	6.7	0
Trinidad y Tobago	9	11.1	0
Antillas Holandesas	12	8.3	0
Guyana	7	0	0
Guayana Francesa	5	0	20
Surinám	9	0	22.2
Brasil	198	73.2	20.2
Paraguay	48	16.7	0
Colombia	22	4.5	0
Venezuela	31	16.1	0
Ecuador	31	35.4	29.0
Perú	84	54.8	10.7
Bolivia	122	50.8	0.8
Uruguay	35	5.7	0
Argentina	161	53.4	5.0
Chile	55	74.5	67.3

se incorporaron varias especies recientemente descritas, cuyas distribuciones conocidas son extremadamente restringidas (por ej., Glass y Fitz-Maurice, 1992; Hernández y Anderson, 1992). Existen algunos casos en donde una especie contiene categorías infraespecíficas bien reconocidas taxonómicamente y éstas difieren en la extensión de su distribución geográfica y en su estado de conservación; cuando fue posible, esta información se incorporó en el Cuadro 3. El listado final comprende un total de 197 especies y 37 subespecies o variedades.

Cuadro 3. Listado de especies de cactáceas mexicanas amenazadas (modificado de Hunt, 1992). Para cada especie se indica el estatus asignado por la IUCN, si esta incluida en el Apéndice I de la CITES (x), su distribución general y su categoría con base en el número de localidades conocidas (véase texto para una explicación de estas categorías).

Taxón	IUCN	CITES	Distribucion1	Categoría
<i>Aporocactus flagelliformis</i>	E		Hgo,Qro,SLP,Ver	4
<i>Ariocarpus agavoides</i>	E	x	Tam	1
<i>A. bravoanus</i>			SLP	1
<i>A. fissuratus</i>	nt	x		
var. <i>fissuratus</i>			Coa,Tex	4
var. <i>hintonii</i>			SLP	2
var. <i>lloydii</i>			Coa,Zac	2
<i>A. kotschoubeyanus</i>	V	x	Coa,NL,Qro,SLP, Tam,Zac	4
<i>A. retusus</i>	V	x	Coa,NL,SLP,Tam,Zac	4
<i>A. scaphirostris</i>	E	x	NL	1
<i>A. trigonus</i>	V	x	NL,Tam	2
<i>Astrophytum asterias</i>	I	x	Tam,Tex	2
<i>A. capricorne</i>	V		Coa,NL	4
<i>A. myriostigma</i>	V		Coa,SLP,Tam	4
<i>A. ornatum</i>	V		Gto,Hgo,Qro,SLP	3
<i>Aztekium hintonii</i>			NL	1
<i>A. ritteri</i>	V	x	NL	1
<i>Cephalocereus apicicephalum</i>	I		Cha,Oax	3
<i>C. senilis</i>	V		Hgo,Ver	2
<i>Coryphantha elephantidens</i>	V		Mor	2
<i>C. retusa</i>				
var. <i>melleospina</i>	R		Oax	1
<i>C. odorata</i>	R		SLP,Tam	2
<i>C. poselgeriana</i>	V		Coa,SLP	4
<i>C. pseudoechinus</i>	R		Coa,NL	2
<i>C. recurvata</i>	I		Ari,Son	2
<i>C. werdermannii</i>	E	x	Coa	2
<i>Disocactus macdougallii</i>		x	Cha	2
<i>Echinocactus grusonii</i>	E		Hgo?,Qro	2
<i>E. parryi</i>	E		Chi	2
<i>E. platyacanthus</i>	V		Coa,Gto,Hgo,NL,Oax, Pue,Qro,SLP,Tam,Zac	4
<i>Echinocereus adustus</i>	V			
var. <i>adustus</i>			Chi	1
var. <i>schwarzii</i>			Dgo	2
<i>E. bristolii</i>	V		Ari,Son	
<i>E. delaetii</i>	V		Coa	2
<i>E. knippelianus</i>	V		Coa,NL	2
<i>E. laui</i>	V		Son	1
<i>E. ferreirianus</i>				
var. <i>lindsayi</i>	E	x	BCN	1
<i>E. leucanthus</i>	V		Sin,Son	2

Cuadro 3. Continuación

Taxón	IUCN	CITES	Distribucion1	Categoría
<i>E. longisetus</i>	I		Coa,NL	2
<i>E. nivosus</i>	R		Coa	
<i>E. palmeri</i>	I		Chi	3
<i>E. pamanesiorum</i>	I		Jal,Zac	2
<i>E. pensilis</i>	R		BCS	2
<i>E. pulchellus</i>	E		Ags,Hgo,Jal,NL,Oax, Pue,Qro,SLP,Zac	4
<i>E. schmollii</i>	V	x	Qro	2
<i>E. sciurus</i>	R			
var. <i>floresii</i>			Sin	1
var. <i>sciurus</i>			BCS	1
<i>E. subinermis</i>	V		Chi,Sin,Son	4
<i>Epiphyllum anguliger</i>	I		EM,Gro,Jal,Mich,Oax	4
<i>E. laui</i>	R/V		Cha	2
<i>Escobaria aguirreana</i>	R		Coa	2
<i>E. laredoi</i>	R		Coa	1
<i>E. roseana</i>	V		Coa	2
<i>Ferocactus chrysacanthus</i>	E		BCN,BCS	2
<i>F. haematacanthus</i>	R		Pue,Ver	2
<i>F. latispinus</i>				
var. <i>greenwoodii</i>			Oax	2
var. <i>latispinus</i>			Ags,Dgo,EM,Gto,Hgo, Jal,Qro,Pue,SLP,Zac	4
var. <i>spiralis</i>			Oax,Pue	2
<i>F. histrix</i>			Ags,Dgo,Gto,Hgo, Jal,Qro,SLP,Ver,Zac	4
<i>F. macrodiscus</i>				
var. <i>macrodiscus</i>			Oax	2
var. <i>septentrionalis</i>			Gto,SLP?	2
<i>F. pilosus</i>			Coa,Dgo,NL,SLP,Tam,Zac	4
<i>F. pottsii</i>				
var. <i>alamosanus</i>	R		Son	1
<i>F. viridescens</i>	V		BCN,Cal	3
<i>Geohintonia mexicana</i>			NL	1
<i>Heliocereus speciosus</i>	I		Cha,EM,Gro,Jal,Mich	3
<i>Hamatocactus crassihamatus</i>			Gto	2
<i>Leuchtenbergia principis</i>	V	x	Coa,NL,SLP,Tam	4
<i>Lophophora diffusa</i>	R/V		Qro	2
<i>Mammillaria albicoma</i>	V		Tam	2
<i>M. aureilanata</i>	V		SLP	2
<i>M. aurihamata</i>	I		SLP	1
<i>M. backebergiana</i>	R		EM	2
<i>M. baumii</i>	R		Tam	2
<i>M. blossfeldiana</i>	V		BCN,BCS	2
<i>M. bombycina</i>	I		Ags,Jal	2
<i>M. boolii</i>	V		Son	2

Cuadro 3. Continuación

Taxón	IUCN	CITES	Distribucion1	Categoría
<i>M. capensis</i>	R		BCS,Son	3
<i>M. carmenae</i>	E		Tam	1
<i>M. carretii</i>	V		NL	2
<i>M. coahuilensis</i>	V		Coa	1
<i>M. crucigera</i>	V		Oax,Pue	2
<i>M. deherdtiana</i>	V		Oax	2
<i>M. dixanthocentron</i>	V		Oax	2
<i>M. duoformis</i>	R		Pue	2
<i>M. evermanniana</i>	R		BCS,Son	2
<i>M. fittkaii</i>	R		Jal	2
<i>M. gaumeri</i>	R		Yuc	2
<i>M. grusonii</i>	R		Coa	2
<i>M. guelzowiana</i>	V		Dur	2
<i>M. guerreronis</i>	R		Gro	1
<i>M. hahniana</i>	I		Qro	2
<i>M. halei</i>	R		BCS	2
<i>M. heidiaae</i>	V		Pue	1
<i>M. herrerae</i>	V		Gto,Qro	2
<i>M. hertrichiana</i>	R		Son	1
<i>M. huitzilopochtli</i>	V		Oax	2
<i>M. humboldtii</i>	V		Hgo	2
<i>M. insularis</i>	R		BCN,BCS	2
<i>M. johnstonii</i>	R		Son	1
<i>M. klissingiana</i>	V		Tam	1
<i>M. knippeliana</i>	R		Mor	1
<i>M. kraehenbuehlii</i>	V		Oax	2
<i>M. laui</i>	V		Tam	1
<i>M. lenta</i>	V		Coa	2
<i>M. lindsayi</i>	R		Chi	2
<i>M. longiflora</i>	V		Chi,Dur	2
<i>M. longimamma</i>	V		Hgo,Qro,Ver	3
<i>M. magnifica</i>	R		Mor,Pue	2
<i>M. marksiana</i>	R		Dgo,Sin,Zac?	2
<i>M. mathildae</i>	V		Qro	1
<i>M. matudae</i>	R		EM,Gro,Mich	2
<i>M. melaleuca</i>	V		Tam	1
<i>M. meyranii</i>	V		EM,Mich	2
<i>M. moelleriana</i>	R		Dgo,Zac	2
<i>M. multidigitata</i>	R		Son	1
<i>M. nana</i>	R		SLP	2
<i>M. napina</i>	E		Pue	1
<i>M. neopalmeri</i>	R		BCN	1
<i>M. oteroi</i>	R		Oax	2
<i>M. painteri</i>	R		Qro	1
<i>M. parkinsonii</i>	R		Hgo,Qro	3
<i>M. pectinifera</i>	E	x	Oax,Pue	2

Cuadro 3. Continuación

Taxón	IUCN	CITES	Distribucion1	Categoría
<i>M. peninsularis</i>	R		BCS	1
<i>M. pennispinosa</i>	R			
var. <i>nazarensis</i>			Dgo	1
var. <i>pennispinosa</i>			Coa,Dgo	2
<i>M. perezdelarosae</i>			Ags,Jal	2
<i>M. petrophila</i>	R		BCS	2
<i>M. pilispina</i>	R		NL,SLP	2
<i>M. plumosa</i>	V	x	Coa,NL	2
<i>M. pondii</i>	E		BCN	1
<i>M. rettigiana</i>	R		Gto,Hgo	-2
<i>M. rosealba</i>	R		Tam	1
<i>M. rubrograndis</i>	R		Tam	2
<i>M. saboae</i>	V		Chi,Son	2
<i>M. sánchez-mejoradae</i>			NL	1
<i>M. schiedeana</i>	V		Hgo	2
<i>M. schwarzii</i>	I		Gto?	1
<i>M. stella-de-tacubaya</i>	R		Coa	1
<i>M. supertexta</i>	V		Oax,Pue	2
<i>M. surculosa</i>	R		SLP,Tam	2
<i>M. swinglei</i>	I		Son	2
<i>M. tayloriorum</i>	R		Son	1
<i>M. tepexicensis</i>			Oax	1
<i>M. theresae</i>	V		Dur	1
<i>M. tonalensis</i>	R		Oax	1
<i>M. weingartiana</i>	V		NL	1
<i>M. wiesingeri</i>	R		EM?,Hgo	2
<i>M. xaltiangensis</i>	R		Gro,Mich	2
<i>M. yaquensis</i>	R		Son	1
<i>M. yucatanensis</i>			Yuc	1
<i>M. zephyranthoides</i>	R		EM,Hgo,Oax,Pue, Qro,SLP?	3
<i>M. zeyeriana</i>	I		Coa,Dgo	2
<i>Melocactus curvispinus</i>				
subsp. <i>dawsonii</i>			Jal	2
<i>Neobuxbaumia euphorbioides</i>	V		Tam,Ver	2
<i>N. macrocephala</i>	I		Pue	2
<i>N. polylopha</i>	R		Gto?,Hgo,Qro,SLP?	3
<i>Neolloydia matehualensis</i>			SLP	1
<i>Obregonia denegrii</i>	V	x	Tam	1
<i>Opuntia bravoana</i>	R		BCS	-
<i>O. excelsa</i>	V		Col,Jal	3
<i>O. rosarica</i>	R		BCN	2
<i>O. rufida</i>	V		Chi,Coa,Dgo,Tex	3
<i>O. santamaria</i>	R		BCS	-
<i>Ortegocactus macdougallii</i>	V		Oax	1
<i>Pachycereus gaumeri</i>			Yuc	4

Cuadro 3. Continuación

Taxón	IUCN	CITES	Distribucion1	Categoría
<i>P. militaris</i>	V	x	Gro,Jal,Mich	3
<i>Pelecyphora aselliformis</i>	V	x	SLP	2
<i>P. strobiliformis</i>	E	x	NL,Tam	2
<i>Peniocereus fosterianus</i>	R			
var. <i>fosterianus</i>			Gro,Oax	2
var. <i>multitepalum</i>			Cha?,Oax	2
var. <i>nizandensis</i>			Oax	2
<i>P. greggii</i>	I			
var. <i>greggii</i>			Ari,Chi,Coa,NM, Tex,Zac	4
var. <i>transmontanus</i>			Ari,Chi?,Son	4
<i>P. maculatus</i>	R		EM,Gro,Mich	2
<i>P. marianus</i>	R		Sin,Son	3
<i>P. rosei</i>	I		Jal,Mich,Sin	3
<i>P. tepalcatepecanus</i>	R		Jal,Mich	2
<i>P. zopilotensis</i>	R		Gro	2
<i>Pereskia lychnidiflora</i>	V		Gro,Oax,Gua,Hon, Sal,Nic,CR	4
<i>Sclerocactus intertextus</i>	V		Ari,Chi,Coa,NM, Son,Tex	4
<i>S. mariposensis</i>	I		Coa,Tex	3
<i>S. uncinatus</i>	E		Chi,Coa,Dgo,NL,NM, Qro,SLP,Son,Tam, Tex,Zac	4
<i>S. unguispinus</i>	R		Chi,Coa,Dur,SLP,Zac	4
<i>Selenicereus anthonyanus</i>	V		Cha,Tab	2
<i>S. atropilosus</i>	R		Jal	2
<i>S. chrysocardium</i>	E		Cha	1
<i>S. hamatus</i>	R		Oax,Pue,Ver	2
<i>Stenocactus coptonogonus</i>			Hgo,SLP,Zac	4
<i>Stenocereus chacalapensis</i>	R		Oax	1
<i>S. eruca</i>	V		BCS	3
<i>S. martinezii</i>	V		Sin	2
<i>Strombocactus disciformis</i>	nt	x	Hgo,Qro	3
<i>Thelocactus hastifer</i>	R		Qro	2
<i>T. macdowellii</i>	V		Coa,NL	1
<i>T. tulensis</i>	V			
var. <i>tulensis</i>			SLP,Tam	3
var. <i>buekii</i>			NL	2
var. <i>matudae</i>			NL	1
<i>Turbinicarpus gielsdorfianus</i>		x	Tam	1
<i>T. horripilus</i>		x	Hgo	1
<i>T. knuthianus</i>		x	SLP	2
<i>T. laui</i> E		x	SLP	1
<i>T. lophophoroides</i>	E	x	SLP	1
<i>T. mandragora</i>	E	x	Coa	-

Cuadro 3. Continuación

Taxón	IUCN	CITES	Distribucion1	Categoría
<i>T. pseudomacrochele</i>	E	x	Hgo?,Qro	1
<i>T. pseudopectinatus</i>		x	NL,SLP,Tam	3
<i>T. saueri</i>		x	Tam	1
<i>T. schmidickeanus</i>	E	x		
var. <i>dickisoniae</i>			NL	1
var. <i>flaviflorus</i>			SLP	1
var. <i>gracilis</i>			NL	1
var. <i>klinkerianus</i>			SLP	2
var. <i>macrochele</i>			SLP	2
var. <i>schmidickeanus</i>			Tam	1
var. <i>schwarzii</i>			SLP	2
<i>T. subterraneus</i>			E	x
var. <i>subterraneus</i>			NL	1
var. <i>zaragozae</i>			NL	1
<i>T. valdezianus</i>		x	Coa,NL,SLP?	2
<i>T. viereckii</i>		x		
var. <i>major</i>			NL,SLP	2
var. <i>viereckii</i>			Tam	1

(1) Ags = Aguascalientes, Ari = Arizona, BCN = Baja California, BCS = Baja California Sur, Cal = California, Cha = Chiapas, Chi = Chihuahua, Coa = Coahuila, Col = Colima, CR = Costa Rica, Dgo = Durango, EM = Estado de México, Gro = Guerrero, Gto = Guanajuato, Gua = Guatemala, Hgo = Hidalgo, Hon = Honduras, Jal = Jalisco, Mich = Michoacán, Mor = Morelos, Nic = Nicaragua, NL = Nuevo León, NM = Nuevo México, Oax = Oaxaca, Pue = Puebla, Qro = Querétaro, Sal = El Salvador, Sin = Sinaloa, SLP = San Luis Potosí, Son = Sonora, Tab = Tabasco, Tam = Tamaulipas, Tex = Texas, Ver = Veracruz, Yuc = Yucatán y Zac = Zacatecas.

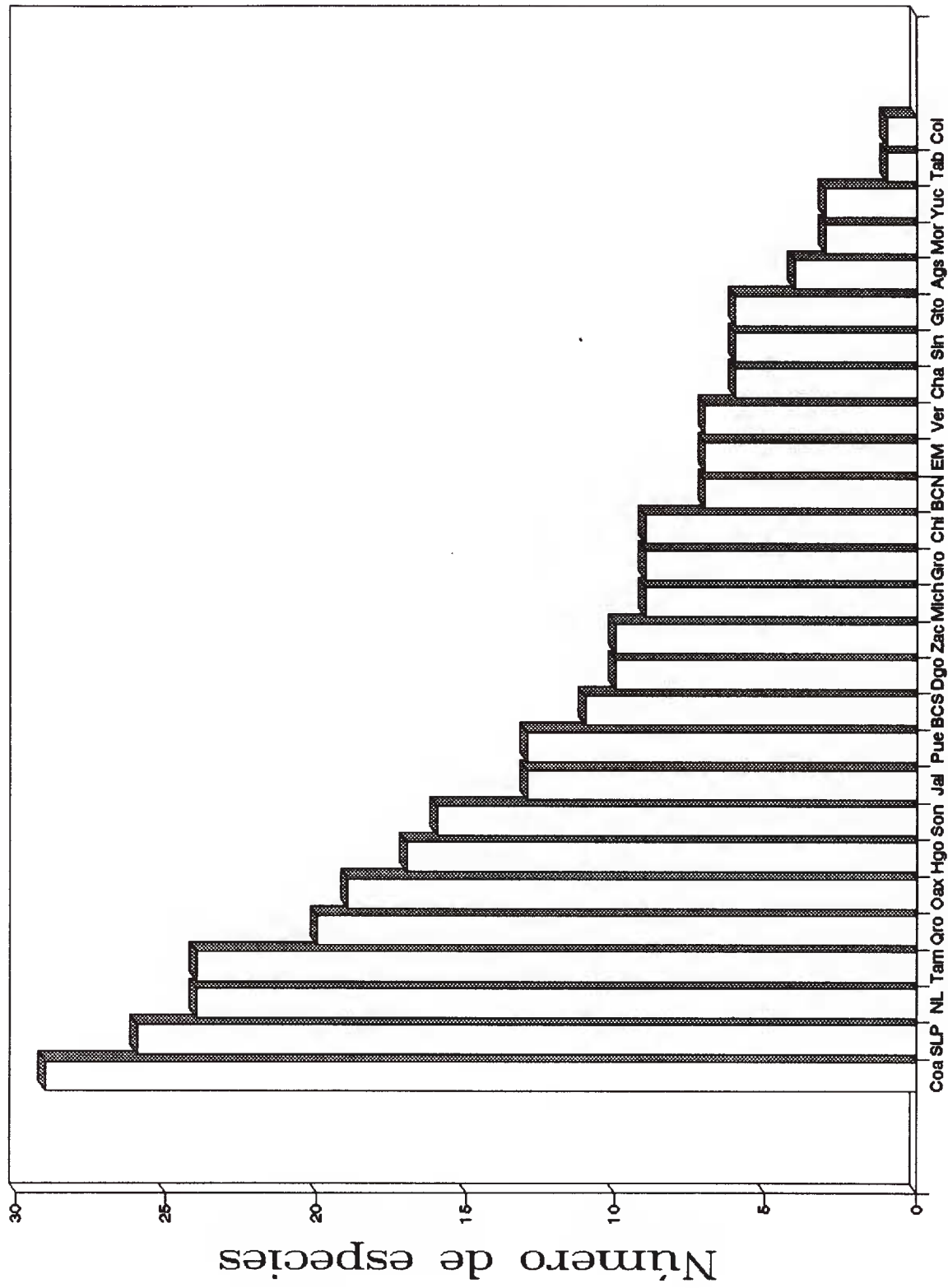
(2) Indica que no hay información disponible.

(?) En la columna 4, el signo de interrogación indica que no hay certeza sobre la presencia de la especie en ese estado.

Distribución geográfica de las cactáceas mexicanas amenazadas

La figura 2 muestra la abundancia de cactáceas mexicanas amenazadas por estado, la cual se construyó con la información del Cuadro 3. De un análisis somero de esta figura se desprenden dos generalizaciones: en primer lugar, existe gran correspondencia entre las regiones de mayor concentración de especies amenazadas y las de máxima riqueza de especies en general (Hernández et al., 1993), y segundo, estas regiones coinciden esencialmente con las zonas áridas o semi-áridas del país.

Así, la figura 2 indica que la máxima concurrencia de especies de cactáceas amenazadas se da en la porción sureste del Desierto Chihuahuense, particularmente en los estados de Coahuila (29 spp.), San Luis Potosí (26 spp.), Tamaulipas (25 spp.) y Nuevo



Estado

Fig. 2. Abundancia de cactáceas mexicanas amenazadas por estado. Estados: AgsAguascalientes, BCN = Baja California, BCS = Baja California Sur, Cha = Chihuahua, Coa = Coahuila, Col = Colima, Dgo = Durango, EM = Estado de México, Gro = Guerrero, Gto = Guanajuato, Hgo = Hidalgo, Jal = Jalisco, Mich = Michoacán, Mor = Morelos, NL = Nuevo León, Oax = Oaxaca, Pue = Puebla, Qro = Querétaro, SLP = San Luis Potosí, Sin = Sinaloa, Son = Sonora, Tab = Tabasco, Tam = Tamaulipas, Ver = Veracruz, Yuc = Yucatán, Zac = Zacatecas.

León (24 spp.). Otra región rica en especies es la Zona Arida Queretano-Hidalguense, en Querétaro (20 spp.) e Hidalgo (18 spp.). Por otro lado, existen números relativamente altos en los estados que corresponden a la porción mexicana del Desierto Sonorense: Sonora (17 spp.), Baja California Sur (12 spp.) y Baja California (7 spp.). Además, una cantidad considerable está localizada en los estados de Oaxaca (19 spp.) y Puebla (11 spp.); sin embargo, la distribución de las últimas es algo más difusa. En efecto, si bien es cierto que varias de estas especies están concentradas en los Valles de Tehuacán-Cuicatlán, otras más se distribuyen en la Región Mixteca, en la vertiente norte de la Sierra Madre del Sur y en la porción sur del Istmo de Tehuantepec.

Si hacemos el cálculo del número de especies para cada una de las regiones fisiográficas mencionadas, tenemos los siguientes resultados: 1) hay 89 cactáceas amenazadas en el Desierto Chihuahuense, incluyendo sus áreas marginales al este de la Sierra Madre Occidental y en Tamaulipas (por ej., Valle de Jaumave); 2) en los estados incluidos en el Desierto Sonorense existen 35; 3) en la Zona Arida Queretano-Hidalguense, incluyendo el estado de Guanajuato, confluyen 31. El resto de las especies se reparten en una vasta zona del país, particularmente en los Valles de Tehuacán-Cuicatlán y en otras regiones con clima altamente estacional en Oaxaca, en Jalisco y en varios estados adicionales del sur y sureste de México.

Atributos biológicos y ecológicos de las cactáceas y vulnerabilidad

La mayoría de las especies de esta familia poseen una combinación de características biológicas y ecológicas inherentes que las hacen más vulnerables aún a los efectos de factores de perturbación. En efecto, en condiciones naturales las cactáceas generalmente tienen tasas de crecimiento muy bajas y sus ciclos de vida son frecuentemente muy largos (Gibson y Nobel, 1986). Por otra parte, el reclutamiento de nuevos individuos en las poblaciones es por lo general muy bajo. Así por ejemplo, Jordan y Nobel (1981), indican que para *Ferocactus acanthodes*, en un período de 18 años sólo hubo nuevas plantas en 8 años y el total de individuos reclutados fue de 30 en un área de una hectárea; asimismo, Steenbergh y Lowe (1969) determinaron que, dentro de un período de fructificación, solamente 0.001 % del total de las semillas producidas en una población de *Carnegiea gigantea* sobrevivieron a efectos de predación. Además, otro atributo de muchas cactáceas es que sus áreas de distribución son extremadamente restringidas y en ocasiones viven en condiciones edáficas muy especializadas.

Las bajas tasas de crecimiento de muchas cactáceas, así como sus reducidos niveles de reclutamiento, determinan que por lo común las poblaciones se restablezcan demográficamente de una manera extremadamente lenta después de un episodio de perturbación. Además, sus particulares patrones de distribución geográfica representan un enorme riesgo de supervivencia a cualquier forma de perturbación local. Como discutiremos más adelante, el grado de rareza de una especie es una medida de su vulnerabilidad.

RAREZA Y VULNERABILIDAD

La rareza en plantas se puede expresar de diferentes formas (Rabinowitz, 1981; Rabinowitz et al., 1986). Por ejemplo, una especie determinada puede estar especializada

a vivir en hábitats raros, independientemente de la extensión de su distribución, o bien su distribución puede ser muy restringida, o puede presentarse en poblaciones con muy baja densidad. Estas formas de rareza se pueden presentar individualmente o de manera combinada. Así, Rabinowitz (1981) ha establecido siete tipos de rareza con base en el grado de especialización al hábitat de las especies, en la amplitud de su distribución geográfica y en el tamaño de las poblaciones locales.

En el caso de las cactáceas, nuestro conocimiento sobre estos aspectos es limitado, especialmente en lo que se refiere a la especificidad al hábitat y a la densidad de individuos en poblaciones específicas. Sin embargo, el conocimiento geográfico de las especies es un indicador relativamente confiable de su rareza y por tanto de su estado real o potencial de conservación. En el Cuadro 3 se incluye la información disponible sobre la distribución de los taxa por unidad geopolítica y del número de poblaciones conocidas -y representadas por ejemplares de herbario- para cada uno de éstos.

La fuente primaria de documentación en el análisis de la distribución de las especies y de sus categorías infraespecíficas fue la Base de Datos de Colecciones de Cactáceas de Norte y Centroamérica (Hernández et al., 1993), la cual contenía hasta diciembre de 1993 más de 8100 registros provenientes de 26 herbarios. En ocasiones la base de datos no contuvo información de algunas especies, en cuyo caso se consultaron fuentes bibliográficas suplementarias. Así, 85 % de la información de distribución en el Cuadro 3 (columnas 4 y 5) está sustentada por ejemplares de herbario, mientras que el resto proviene de fuentes bibliográficas confiables (por ej., Bravo, 1978; Bravo y Sánchez-Mejorada 1991a, 1991b; Hunt, 1983-1987; Anderson, 1986, 1987; Taylor, 1984). Detalles de tipo anecdótico fueron omitidos por completo.

Así, con base en esta información, las especies de cactáceas incluidas en el Cuadro 3 se pueden agrupar de manera arbitraria en cuatro grandes categorías: 1) especies conocidas únicamente de su localidad tipo, 2) especies conocidas de 2 a 5 localidades, 3) especies conocidas de 6 a 10 localidades y 4) especies conocidas de más de 11 localidades. En este trabajo consideramos una localidad como un área relativamente pequeña en el sentido geográfico, que puede estar limitada a un radio de unas cuantas hectáreas, a un cerro o pequeño grupo de cerros, a un cañón, a una porción de un valle o a un valle pequeño. En los párrafos que siguen se discuten algunas características que definen a las especies que se incluyen en cada categoría.

Categoría 1. Las especies de esta categoría son entidades taxonómicas con áreas de distribución extremadamente restringida (por ej., *Ariocarpus agavoides*, *A. scaphirostris*, *Aztekium ritteri*, *Echinocereus nivosus*, *Mammillaria coahuilensis*, *Obregonia denegri*, etc.). Aquí se incluyen también las especies recientemente descritas, que hasta el momento sólo son conocidas de su localidad tipo (por ej., *Ariocarpus bravoanus*, *Aztekium hintonii*, *Mammillaria sanchez-mejoradae*, *Neohintonia mexicana*, etc.). Un caso ilustrativo es el de *Ariocarpus bravoanus*, que se conoce sólo de una población al norte de San Luis Potosí, en donde únicamente se han localizado 230 individuos (Hernández y Anderson, 1992).

Categoría 2. En esta categoría se incluyen también taxa con distribuciones muy restringidas, pero que se conocen de otras áreas además de la localidad tipo (máximo cinco localidades). Las poblaciones generalmente se encuentran disjuntas dentro de una porción de un estado o de dos estados contiguos (por ej., *Ariocarpus fissuratus* var. *hintonii*, *Coryphantha elephantidens*, *Echinocereus delaetii*, *Mammillaria plumosa*, *Pelecyphora strobiliformis*, *Pelecyphora aselliformis*, *Turbincarpus valdezianus*, entre otras). Un caso

interesante de disyunción extrema es el de *Ferocactus macrodiscus*, cuya presencia ha sido confirmada únicamente de unas cuantas poblaciones aisladas en Guanajuato y en el norte de Oaxaca.

Categoría 3. Las plantas incluidas en esta categoría tienen características similares a la anterior, aunque su área de distribución es más amplia (6-10 localidades conocidas). Algunas especies incluidas son *Ariocarpus trigonus*, *Astrophytum ornatum*, *Cephalocereus senilis*, *Ferocactus chrysacanthus*, *Mammillaria longimamma*, *M. zephyranthoides*, *Neobuxbaumia polylopha* y *Turbincarpus pseudopectinatus*.

Categoría 4. Un número significativo de especies amenazadas tienen áreas de distribución relativamente extendidas, en ocasiones llegando a ocupar porciones de varios estados de la República; sin embargo, muy frecuentemente los individuos se presentan en densidades evidentemente bajas (por ej., *Ariocarpus retusus*, *Astrophytum myriostigma*, *A. capricorne*, *Coryphantha poselgeriana*, *Ferocactus latispinus*, *Leuchtenbergia principis*, *Sclerocactus uncinatus*, *S. unguispinus*, etc.).

A menudo éstas son plantas conspicuas y relativamente fáciles de localizar, pero, debido a factores antropogénicos, las densidades de individuos se han visto seriamente reducidas en la mayoría de sus poblaciones, a menudo a niveles críticos. En efecto, existen especies como *Echinocactus platyacanthus*, *Ferocactus pilosus* y *F. histrix* cuyas áreas de distribución son extensas y son elementos conspicuos del paisaje en vastas porciones del territorio mexicano. Sin embargo, la estructura y la densidad de sus poblaciones se han visto seriamente afectadas, porque han sido intensamente extraídas de su hábitat para ser usadas como plantas de ornato, además de que con frecuencia son utilizadas localmente como alimento y fuente de agua para el ganado, y para la elaboración de confituras (del Castillo y Trujillo, 1991; obs. pers.). Asimismo, los botones florales y los frutos de *F. histrix* y de *F. pilosus* son consumidos por los pobladores locales. Aunque el efecto de esta última actividad no ha sido estudiado, es probable que la práctica de extracción de flores (cabuches) y frutos esté teniendo consecuencias negativas en la demografía de estas especies.

Finalmente, la figura 3 muestra las frecuencias de los taxa por categoría. Es importante mencionar que en el cómputo de estas frecuencias, las especies, subespecies y variedades se tomaron como unidades individuales. Resulta revelador que un alto porcentaje de los taxa son conocidos únicamente de una (30.8 % del total) o de un máximo de cinco localidades (79.9 % del total), mientras que sólo 20.1 % resultó ser conocido de más de cinco localidades (Fig. 3). Es evidente que ésto es en parte un reflejo de los patrones de distribución restringida comunes en la familia; sin embargo, hay que enfatizar que las cactáceas están pobremente representadas en los herbarios.

La gran riqueza de especies de cactáceas en México, sus altos índices de endemismo, sus peculiares patrones de distribución, su fragilidad determinada por factores biológicos y ecológicos intrínsecos, así como las fuertes presiones antropogénicas a las que se han visto sujetas por décadas, nos llevan a confirmar que es urgente que se implementen medidas orientadas a su conservación.

Desafortunadamente, las zonas áridas y semi-áridas de México, en particular las del centro y norte de México, están mal representadas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. En este sentido, la única área protegida significativa dentro del Desierto Chihuahuense es la Reserva de la Biósfera de Mapimí (Montaña, 1988). Sin embargo, la flora de tal reserva (Ruiz de Esparza, 1988) no incluye un número importante de especies de cactáceas amenazadas.

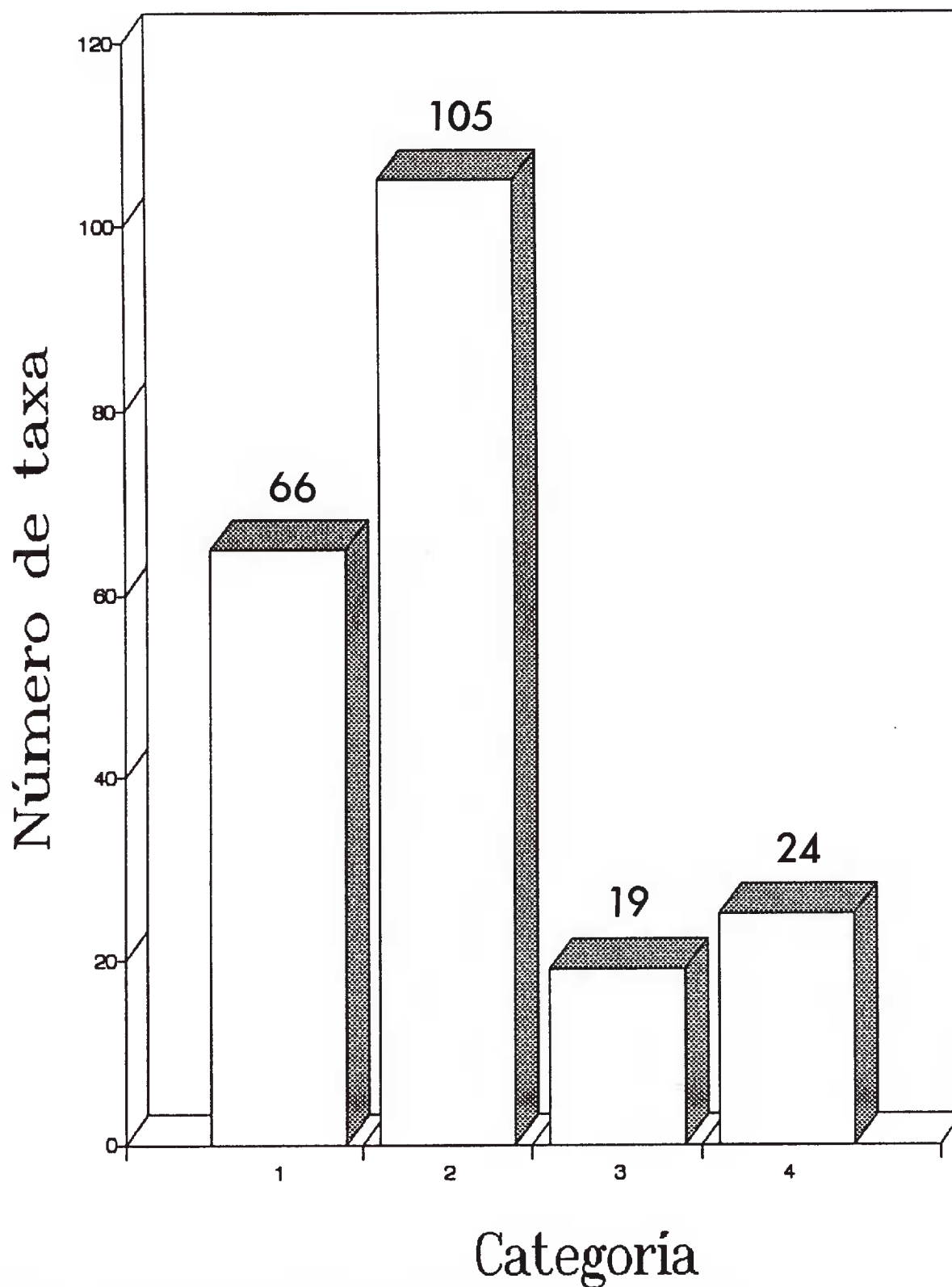


Fig. 3. Número de especies, subespecies y variedades de cactáceas mexicanas por categoría. Para una explicación de las categorías véase el texto.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a Verónica Alvarado, Miguel Guevara, Guadalupe Alvarez, Roberto Ibarra y Miriam Ramírez quienes brindaron valiosa ayuda en diferentes etapas del proyecto. Particularmente damos las gracias a Alfredo Wong por su

asistencia continua en aspectos técnicos del manejo del banco de datos y a Fernando Chiang por la revisión crítica del manuscrito. Una gran parte de la información vertida aquí es derivada de proyectos apoyados por la National Geographic Society (proyecto, 4387-90), la Red Latinoamericana de Botánica (proyecto, 91 DATAB 10), el World Wildlife Fund (Biodiversity Support Program, proyecto 7568) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (proyecto, 538N).

LITERATURA CITADA

- Anderson, E. F. 1986. A revisión of the genus *Neolloydia* B. & R. (Cactaceae). *Bradleya* 4: 1-28.
- Anderson, E. F. 1987. A revisión of the genus *Thelocactus* B. & R. (Cactaceae). *Bradleya* 5: 49-76.
- Andrade-Lima, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasil. Bot.* 4: 149-163.
- Anónimo. 1990. Appendices I, II and III to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. U.S. Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior. Washington, D.C. 25 pp.
- Bravo, H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 743 pp.
- Bravo, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991a. Las cactáceas de México. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 404 pp.
- Bravo, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991b. Las cactáceas de México. Vol. III. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 643 pp.
- del Castillo, R. y S. Trujillo. 1991. Ethnobotany of *Ferocactus histrix* and *Echinocactus platyacanthus* (Cactaceae) in the semiarid central México: past, present and future. *Econ. Bot.* 45: 495-502.
- Falk, D. A. y K. E. Holsinger (eds.). 1991. Genetics and conservation of rare plants. Oxford University Press. Nueva York. 283 pp.
- Fuller, D. y S. Fitzgerald. 1987. Conservation and commerce of cacti and other succulents. World Wildlife Fund. Washington, D.C. 264 pp.
- Gibson, A. y P. Nobel. 1986. The cactus primer. Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts. 286 pp.
- Glass, C. y W. A. Fitz-Maurice. 1992. Nuevos taxa de cactáceas en Nuevo León, México. *Cact. Suc. Mex.* 37: 11-21.
- Hernández, H. M. y E. F. Anderson. 1992. A new species of *Ariocarpus* (Cactaceae). *Bradleya* 10: 1-4.
- Hernández, H. M., V. Alvarado y R. Ibarra. 1993. Base de datos de colecciones de cactáceas de Norte y Centroamérica. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Bot.* (en prensa).
- Hunt, D. 1983-1987. A new review of *Mammillaria* names. *Bradleya* 1: 105-128; *ibid.* 2: 65-96; *ibid.* 3: 53-66; *ibid.* 4: 39-64; *ibid.* 5: 17-48.
- Hunt, D. 1992. CITES cactaceae checklist. Royal Botanic Gardens, Kew. Surrey. 190 pp.
- Hunt, D. y N. P. Taylor (eds.). 1986. The genera of Cactaceae: towards a new consensus. *Bradleya* 4: 65-78.
- Hunt, D. y N. P. Taylor (eds.). 1990. The genera of Cactaceae: progress towards consensus. *Bradleya* 8: 85-107.
- Jarvis, C. E. 1979. Trade in cacti and other succulent plants in the United Kingdom. *Cact. Succ. J. Gr. Brit.* 41: 113-118.
- Jordan, W. P. y P. Nobel. 1981. Seedling establishment of *Ferocactus acanthodes* in relation to drought. *Ecology* 62: 901-906.
- Montaña, C. (ed.). 1988. Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biósfera de Mapimí. Instituto de Ecología, A. C., México, D.F. 290 pp.
- Morse, L. y M. Henifin (eds.). 1981. Rare plant conservation: geographical data organization. The New York Botanical Garden, Nueva York. 377 pp.

- Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. In: Synge, H. (ed.). The biological aspects of rare plant conservation. John Wiley & Sons, Bath, Avon. pp. 205-217.
- Rabinowitz, D., S. Cairns y T. Dillon. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. In: Soulé, M. (ed.). Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. pp. 182-204.
- Ruiz de Esparza, R. 1988. Lista de especies vasculares. In: Montana, C. (ed.). Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biósfera de Mapimí. Instituto de Ecología. A.C., México, D.F. pp. 225-239.
- Rzedowski, J. 1991a. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Bot. Mex.* 15: 47-64.
- Rzedowski, J. 1991b. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14: 3-21.
- Sánchez-Mejorada, H. 1982. México's problems and programmes monitoring trade in common and endangered Cacti. *Cact. Succ. J. Gr. Brit.* 44: 36-38.
- Steenbergh, W. y C. Lowe. 1969. Critical factors during the first years of life of the saguaro (*Cereus giganteus*) at the Saguaro National Monument, Arizona. *Ecology* 50: 825-834.
- SEDUE. 1991. Acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos que determinan las especies raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial y sus endemismos, de la flora y la fauna terrestres y acuáticas en la República Mexicana. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDLII. No. 12: 7-36.
- Soulé, M. (ed.). 1986. Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. 584 pp.
- Taylor, N. P. 1984. A review of *Ferocactus* Britton & Rose. *Bradleya* 2: 19-38.